DISTRACTION DEVICE FOR MOVING APART TWO BONE SECTIONS

Patent number:

WO9830163

Publication date:

1998-07-16

Inventor:

BETZ AUGUSTIN (DE); BUTSCH MICHAEL (DE)

Applicant:

WITTENSTEIN MOTION CONTROL GMB (DE); BETZ

AUGUSTIN (DE); BUTSCH MICHAEL (DE)

Classification:

- international:

A61B17/72; A61B17/68; (IPC1-7): A61B17/72

- european:

A61B17/72C

Application number: WO1998EP00060 19980107 Priority number(s): DE19971000225 19970107

Also published as:

EP0959793 US6245075 DE1970022

EP0959793

Cited documents:

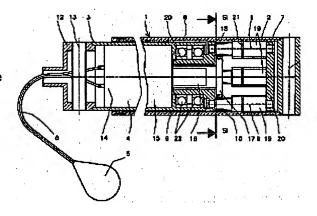
DE3921972 DE1962429

US5415660

Report a data erro

Abstract of WO9830163

The invention concerns a distraction device for moving apart two bone sections, in particular for extending bones or bridging a gap in a bone, the device comprising an intramedullary nail (1) which can be introduced into the medullary space of a bone and comprises two parts (2, 3) which can be moved apart axially and can each be secured to one of the two bone sections. The distraction device further comprises a drive unit (4) that drives a drive shaft (16), and a device for converting the rotational movement of the drive shaft (16) into a relative axial movement of the two parts (2, 3) of the intramedullary nail (1). In order to increase operational reliability and reduce the overall size of the device whilst retaining the high degree of efficiency, the drive shaft (16) drives planetary rollers (19) which are held on orbits on which they engage by means of drive grooves (21) provided on their outer periphery in corresponding drive grooves (8) in a hollow body (7) surrounding the planetary rollers (19), at least the drive grooves (8) of the hollow body (7) or of the planetary rollers (19) being designed as threaded grooves in order to displace the hollow body (7) axially relative to the drive shaft (16) when the latter is rotated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

A61B 17/72

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/30163

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

16. Juli 1998 (16,07,98)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP98/00060

A1

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. Januar 1998 (07.01.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 00 225.0

7. Januar 1997 (07.01.97)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): WITTEN-STEIN MOTION CONTROL GMBH [DE/DE]; Herrenwiesenstrasse 4-9, D-97999 Igersheim (DE).

(71)(72) Anmelder und Erfinder: BETZ, Augustin [DE/DE]: Klinikum Konstanz, Luisenstrasse 7, D-78464 Konstanz (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BUTSCH, Michael [DE/DE]; Waldweg 32b, D-88718 Daisendorf (DE).

(74) Anwälte: THUL, Stephan usw.; Manitz, Finsterwald & Partner GbR, Robert-Koch-Strasse 1, D-80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

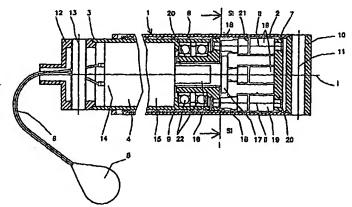
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Anderungen eintreffen.

(54) Title: DISTRACTION DEVICE FOR MOVING APART TWO BONE SECTIONS

(54) Bezeichnung: DISTRAKTIONSVORRICHTUNG ZUM AUSEINANDERBEWEGEN ZWEIER TEILE EINES KNOCHENS

(57) Abstract

The invention concerns a distraction device for moving apart two bone sections, in particular for extending bones or bridging a gap in a bone, the device comprising an intramedullary nail (1) which can be introduced into the medullary space of a bone and comprises two parts (2, 3) which can be moved apart axially and can each be secured to one of the two bone sections. The distraction device further comprises a drive unit (4) that drives a drive shaft (16), and a device for converting the rotational movement of the drive shaft (16) into a relative axial movement of the two parts (2, 3) of the intramedullary nail (1). In order to increase operational reliability and reduce the overall size of the device whilst retaining the high degree of



efficiency, the drive shaft (16) drives planetary rollers (19) which are held on orbits on which they engage by means of drive grooves (21) provided on their outer periphery in corresponding drive grooves (8) in a hollow body (7) surrounding the planetary rollers (19), at least the drive grooves (8) of the hollow body (7) or of the planetary rollers (19) being designed as threaded grooves in order to displace the hollow body (7) axially relative to the drive shaft (16) when the latter is rotated.

(57) Zusammenfassung

Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines Knochens, insbesondere zur Knochenverlängerung oder zur Überbrückung einer Knochenlücke, mit einem in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel (1), welcher zwei axial auseinanderfahrbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile (2, 3) aufweist, mit einer eine Antriebswelle (16) antreibenden Antriebseinheit (4) und mit einer Vorrichtung zur Umsetzung der Rotationsbewegung der Antriebswelle (16) in eine relative Axialbewegung der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) zueinander, wobei zur Erhöhung der Funktionssicherheit und zur Verringerung der Baugröße bei zugleich hohem Wirkungsgrad die Antriebswelle (16) Planetenrollen (19) antreibt, die auf Umlaufbahnen gehalten sind, auf denen sie mit auf ihrem Außenumfang vorhandenen Antriebsrillen (21) in korrespondierende Antriebsrillen (8) eines die Planetenrollen (19) umfassenden Hohlkörpers (7) eingreifen, wobei zumindest die Antriebsrillen (8) des Hohlkörpers (7) oder der Planetenrollen (19) als Gewinderillen ausgebildet sind, um den Hohlkörper (7) bei einer Rotation der Antriebswelle (16) relativ zu dieser axial zu verschieben.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Osterreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkel
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	Ų.	Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NB	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	zw	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen	2.11	Zimuabwe
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	u	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dānemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 98/30163 PCT/EP98/00060

Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines Knochens

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines Knochens, insbesondere zur Knochenverlängerung oder zur Überbrückung einer Knochenlücke, mit einem in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel, welcher zwei axial auseinanderfahrbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile aufweist, mit einer eine Antriebswelle antreibenden Antriebseinheit und mit einer Vorrichtung zur Umsetzung der Rotationsbewegung der Antriebswelle in eine relative Axialbewegung der beiden Teile des Marknagels zueinander.

Die Verwendung eines Marknagels als Teil einer solchen Distraktionsvorrichtung ist aus der Druckschrift DE 39 21 972 C2 bekannt. Diese Vorrichtung dient insbesondere zur Verlängerung von Röhrenknochen oder Defektüberbrückung nach Trümmerbrüchen, einer Knochenentzündung oder nach Entfernen von Tumoren im Bereich langer Röhrenknochen. Diese bekannte Vorrichtung hat bereits erhebliche Vorteile gegenüber äußeren Distraktionsvorrichtungen, bei denen die Knochenteile durch die Haut nach außen mit einem verstellbaren Rahmen verbunden sind, da hierdurch eine ständige Infektionsgefahr durch Eindringen von Keimen sowie ein ungünstiger Kraftansatz gegeben ist.

Die Funktionsweise des bekannten Marknagels ist derart, daß durch Auseinanderbewegen der beiden Teile des Marknagels die beiden Teile des Knochens langsam auseinanderbewegt werden, wobei die sich dadurch

bildende Lücke zwischen den beiden Knochenenden aufgrund des langsamen Vorschubes fortlaufend durch sich neu bildende Knochensubstanz überbrückt wird. Auf diese Weise können Knochen nicht nur verlängert werden, indem Knochen nach Aufbohren und Einführen des Marknagels in den Markraum durchtrennt und anschließend auseinandergezogen werden, sondern es können auch Knochenlücken überbrückt werden, indem ein von einem der Lücke benachbarten Knochenende abgetrenntes Knochenstück vom einen zum anderen Ende der Lücke bewegt wird. Entsprechend kann auch das Ende eines Knochenstumpfes, also ein Knochen mit fehlendem Knochenende, verlängert werden.

Wichtig bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art ist, daß die Auseinanderbewegung der Knochenteile langsam erfolgt, um ausreichend Zeit zur Bildung von Knochensubstanz und zur Anpassung des umliegenden Gewebes zu geben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Distraktionsvorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die sich durch eine hohe Funktionssicherheit auszeichnet und eine möglichst geringe Baugröße mit zugleich hohem Wirkungsgrad der Antriebsvorrichtung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Antriebswelle Planetenrollen antreibt, die auf Umlaufbahnen gehalten sind, auf denen sie mit auf ihrem Außenumfang vorhandenen Antriebsrillen in korrespondierende Antriebsrillen eines die Planetenrollen umfassenden Hohlkörpers eingreifen, wobei zumindest die Antriebsrillen des Hohlkörpers oder der Planetenrollen als Gewinderillen ausgebildet sind, um den Hohlkörper bei einer Rotation der Antriebswelle relativ zu dieser axial zu verschieben.

Die erfindungsgemäße Distraktionsvorrichtung zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad ihrer Antriebsvorrichtung aus. Hierdurch wird einerseits eine hohe Funktionssicherheit gewährleistet und andererseits eine geringe Baugröße der Vorrichtung ermöglicht, da die Antriebseinrichtung trotz der erforderlichen hohen Kräfte verhältnismäßig klein ausgebildet werden kann. Die erfindungsgemäße Distraktionsvorrichtung ist daher besonders zur Implantation in den Körper des behandelten Patienten geeignet.

Zum Antrieb der Planetenrollen ist die Antriebswelle bevorzugt mit einer ritzelartigen Außenverzahnung versehen, welche in einer an jeder Planetenrolle neben den Antriebsrillen vorhandenen Außenverzahnung kämmt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Antriebswelle drehfest mit einem in dem Hohlkörper rotierbaren Käfig zu verbinden, in welchem die Planetenrollen gelagert sind. Diese zweite Variante ist von der Ausgestaltung her einfacher, jedoch entfällt die Übersetzung der Zahnradstufe.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umgibt der Hohlkörper die Antriebseinheit teleskopartig und bildet einen Teil des Marknagels. Dies führt zu einer geringen Baugröße der Distraktionsvorrichtung, die aufgrund der dadurch erzielbaren geringen Länge des Marknagels auch bei kleinen und kurzen Knochen einsetzbar ist.

Nach weiteren Ausgestaltungen der Erfindung kann die Antriebseinheit gegenüber einem Knochen fixierbar und der Hohlkörper ausfahrbar ausgebildet sein, oder aber es kann der Hohlkörper an einem Knochen fixierbar und die Antriebseinheit mit den Planetenrollen und einem koaxial zum Hohlkörper gelagerten, axial belastbaren Stift ausfahrbar sein. Die zweite Variante hat den Vorteil, daß der im Durchmesser größere Hohlkörper im proximalen Ende eines Röhrenknochens angeordnet werden kann, während der im Durchmesser kleinere Stift im distalen Ende angeordnet werden kann, wo weniger Platz vorhanden ist. Die Belastung durch Einbringung des Marknagels ist dadurch verringert.

Durch Vorsehen eines Kardangelenkes zwischen Anriebsmotor und Hohlkörper kann der Marknagel vorteilhafterweise auch gekrümmt ausgebildet
werden. Insbesondere kann auch ein einen Teil des Marknagels bildender
Hohlkörper mit Krümmungen versehen sein. Durch Vorsehen einer
Krümmung des Marknagels kann dieser an den Markraum eines Knochens anatomisch angepaßt werden. Die Beeinträchtigung des Knochens
durch die Distraktionsvorrichtung wird hierdurch verringert. Zusammen
mit der durch die Erfindung ermöglichten kleinen Baugröße des Marknagels kann dieser so ausgebildet sein, daß er ohne Aufbohren der Knochensubstanz in den Markraum eines Marknagels einführbar ist. Eine Schwächung des Knochens wird hierdurch vermieden, zumindest jedoch verringert.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung treibt der Hohlkörper den Kolben einer Hydraulikpumpe an, durch welche der Marknagel antreibbar ist. Die Antriebsvorrichtung kann auf diese Weise getrennt von dem Marknagel untergebracht und insbesondere im Körper des Patienten implantiert werden. Auch diese Ausgestaltung ermöglicht eine Ausgestaltung des Marknagels mit Krümmungen. Vorteilhaft ist es dabei, den Marknagel als Kolben-Zylindereinheit auszubilden. Ein Teil des Marknagels bildet dann den Kolben, der durch die Hydraulikpumpe antreibbar ist.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfaßt die Antriebseinheit einen Elektromotor, der bevorzugt induktiv, insbesondere durch Hochfrequenzeinkopplung mit Energie versorgbar ist. Ebenso ist es aber auch möglich, den Elektromotor durch einen implantierbaren Energiespeicher anzutreiben. In beiden Fällen ist gewährleistet, daß keine Infektionsgefahr durch nach außen geführte Teile, beispielsweise Anschlußdrähte, der Distraktionsvorrichtung besteht.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine in den Körper des Patienten implantierbare Kraft- und/oder Wegmeßeinrichtung für die Bewegung des Marknagels vorgesehen. Durch diese Meßeinrichtung kann der Knochenaufbauprozeß überwacht und protokolliert werden, ohne daß der Patient durchleuchtet werden muß und somit ohne die Gefahr einer dadurch hervorgerufenen Belastung des Patienten.

Als Kraftmeßeinrichtung ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung bevorzugt ein Dehnungsmeßstreifen vorgesehen, während die Wegmeßeinrichtung beispielsweise potentiometrisch arbeiten kann. Eine andere vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, einen an den Motor adaptierten Encoder oder Hallsensor zu verwenden. Die Übertragung der Meßsignale nach außen kann beispielsweise mittels eines Telemetriesystems erfolgen.

Die für das Verhältnis zwischen Drehzahl der Antriebswelle und Axialweg des Hohlkörpers maßgebenden Parameter der sich bewegenden Teile der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich in einer nach dem Verschiebeweg aufgelösten Gleichung wie folgt zusammenfassen:

$$S_{ax} = U_a \cdot (Ps \cdot \frac{1}{d_{wa} + d_{wr}} - Pr \cdot \frac{d_{gs}}{d_{gr} \cdot d_{gr}}) \cdot \frac{d_{wa} \cdot d_{gr}}{d_{gr} + d_{wr}}$$

In dieser Gleichung bedeuten

Sax = Axialweg des Hohlkörpers

U_a = Anzahl der Umdrehungen der Antriebswelle

Ps= Steigung der Rillen des Hohlkörpers

Pr= Steigung der Rillen der Planetenrollen

dgs = Durchmesser der Rillen des Hohlkörpers

 d_{gr} = Durchmesser der Rillen der Planetenrollen

dwa = Wälzkreisdurchmesser der Verzahnung des

Antriebswellen-Ritzels

dwr = Wälzkreisdurchmesser der Verzahnung der Planetenrollen.

Unter Verwendung der oben zitierten Gleichung wird nachfolgend ein konkretes Beispiel angegeben.

Ua = 1 Umdrehung

Ps=1 mm

Pr = 0

 $d_{gs} = 10 \text{ mm}$

 $d_{gr} = d_{wr} = 3 \text{ mm}$

 $d_{wa} = 4 \text{ mm}$

7

Mit den vorstehenden Werten ergibt sich für eine Umdrehung der Antriebswelle ein axialer Verschiebeweg des Hohlkörpers von $S_{ax} = 0,286$ mm.

Im Falle der direkten Verbindung von Antriebswelle und Käfig ist für Pr = 0:

$$S_{ax} = U_a \bullet P_S$$
.

Die Planetenrollen können im Bereich ihrer Antriebsrillen ohne direkten form- und/oder kraftschlüssigen Kontakt mit der Antriebswelle sein. Sie können insbesondere in einem frei rotierbaren Käfig gelagert sein, welcher seinerseits an dem Gehäuse der Antriebswelle axial fixiert wälzgelagert ist. Die Reibung der Vorrichtung zur Umwandlung einer Dreh- in eine Axialbewegung wird dadurch im wesentlichen günstigerweise auf Rollreibung reduziert.

Der Käfig kann dazu dienen, die Planetenrollen zu führen und die von den Planetenrollen ausgehenden Axialkräfte aufzunehmen. Die Axialkräfte der Planetenrollen können aber auch direkt von der Antriebswelle aufgenommen werden. In diesem Fall ist die Antriebswelle axial fixiert an dem Antriebsgehäuse zu lagern.

Zur Übertragung der axialen Kräfte von den Planetenrollen auf die Antriebswelle können die Planetenrollen zusätzlich zu ihren Antriebsrillen mit Lagerrillen versehen sein, die in entsprechende Lagerrillen der Antriebswelle axial kraftabstützend eingreifen.

Die in die Lagerrillen der Planetenrollen eingreifenden Gegenrillen bzw. Gegenprofile müssen nicht Bestandteil der Antriebswelle sein. Sie müssen lediglich drehbar und gegenüber dem Antriebsgehäuse axial fixiert sein.

Grundsätzlich ist es auch möglich, daß die Antriebsrillen der Planetenrollen gleichzeitig als deren Lagerrillen zur axialen Abstützung an einem rotierenden radial innerhalb der Umlaufbahn der Planetenrollen liegenden Lagerkörper dienen.

Der Lagerkörper kann auch in diesem Fall fest mit der Antriebswelle verbunden sein, wobei dann allerdings die Antriebsrillen der Planetenrollen sowie die Lagerrillen des Lagerkörpers jeweils steigungslos ausgebildet sein sollten. Ferner sollten bei einer solchen Ausführung die Werte der mittleren Durchmesser der Rillen des Lagerkörpers und des Wälzkreises der Verzahnung zwischen dem Antriebs-Ritzel der Antriebswelle und den Planetenrollen übereinstimmen.

Die Innenrillierung des Hohlkörpers kann insbesondere ein mehrgängiges Gewinde sein. Bei bestimmten Rillen-Kombinationen der drehbar ineinandergreifenden Teile der Antriebsvorrichtung ist ein mehrgängiges Gewinde insbesondere mit Bezug auf die Rillierung des Hohlkörpers notwendig.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besitzt den Vorteil, daß der Hohlkörper in der Form eines Rohres über eine Strecke ausgefahren werden kann, auf der zuvor kein Führungskörper vorhanden sein muß. Durch die Ausbildung als Rohr besitzt der Hohlkörper eine hohe Knickfestigkeit. Darüber hinaus sind die innerhalb des Rohres liegenden Antriebselemente einfach und sicher abdichtbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Distraktionsvorrichtung in teilweise geschnittener Darstellung mit zusammengefahrenem Marknagel,
- Fig. 2 einen Querschnitt gemäß Linie SI-SI in Figur 1,
- Fig. 3 den Marknagel einer zweiten Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung in teilweise geschnittener Darstellung,
- Fig. 4 einen Querschnitt gemäß Linie SI-SI in Fig. 3,
- Fig. 5 einen Querschnitt gemäß Linie SII-SII in Fig. 3,
- Fig. 6 einen Ausschnitt aus einer dritten Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 7 einen Ausschnitt aus einer vierten Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 8 einen Ausschnitt aus einer fünften Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,

- Fig. 9 einen Ausschnitt aus einer sechsten Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung,
- Fig. 10 einen Querschnitt gemäß Linie SI-SI in Fig. 9, und
- Fig. 11 einen Ausschnitt aus einer siebten Variante der erfindungsgemäßen Distraktionsvorrichtung.

Die erfindungsgemäße Distraktionsvorrichtung umfaßt einen in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel 1, welcher zwei axial auseinanderfahrbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile 2, 3 aufweist, sowie eine Antriebseinheit 4 zum Auseinanderfahren der beiden Teile 2, 3 des Marknagels 1. Die Antriebseinheit 4 ist im Inneren des Marknagels 1 angeordnet und induktiv über eine im Körper des Patienten implantierbare Spule 5 und elektrische Leitungen 6 von außen mit Energie versorgbar. Ebenso wäre eine Energieversorgung über eine implantierte Batterie möglich.

Wie man in Fig. 1 erkennt, wird der erste Teil 2 des Marknagels 1 durch einen rohrförmigen Hohlkörper 7 gebildet, welcher auf seiner Innenumfangsfläche mit einer Rillierung 8 versehen ist. In das eine Ende des Rohres 7 eingeschoben ist der zweite Teil 3 des Marknagels 1, der ein ebenfalls rohrförmiges Gehäuse 9 umfaßt, während in die andere Seite des Rohres 7 ein Endstück 10 eingesetzt ist. In dem Endstück 10 ist eine Durchgangsöffnung 11 vorhanden, durch welche hier nicht dargestellte Befestigungsmittel, insbesondere eine Schraube, hindurchführbar sind, mit denen der erste Teil 2 des Marknagels 1 an einem Knochen oder Knochenstück befestigbar ist.

In das dem Endstück 10 abgewandte Ende des Gehäuses 9 ist ebenfalls ein Endstück 12 eingesetzt, das ebenfalls mit einer Durchgangsöffnung 13 versehen ist, in welche Befestigungsmittel zur Befestigung des zweiten Teiles 3 des Marknagels 1 an einem Knochen oder Knochenstück, insbesondere eine Befestigungsschraube, einführbar sind. Die über das Endstück 12 zugeführten elektrischen Anschlußdrähte 6 sind an einen im Inneren des Gehäuses 9 vorhandenen Elektromotor 14 angeschlossen. Der Elektromotor 14 treibt über ein ebenfalls in dem Gehäuse 9 vorhandenes Getriebe 15 eine Antriebswelle 16 an, deren Längsachse mit der Längsachse I des Marknagels 1 zusammenfällt.

Die Antriebswelle 16 ist mit einer ritzelartigen Verzahnung 17 versehen, die in korrespondierenden Außenverzahnungen 18 von vier Planetenrollen 19 kämmt, die die Ritzelverzahnung 17 gleichmäßig umgeben und mittels eines Käfigs 20 fixiert sind, wobei sich die Längsachsen II der Planetenrollen 19 parallel zur Längsachse I des Marknagels 1 erstrecken.

Die Planetenrollen 19 sind zusätzlich mit einer Rillierung 21 ihrer Außenseite versehen, die mit der Rillierung 8 auf der Innenumfangsseite des Hohlkörpers 7 in Eingriff steht. Die Rillierung 8 des Hohlkörpers 7 ist bei dieser Ausgestaltung als Gewinderille ausgebildet, weist also eine Steigung in Richtung der Längsachse I auf. Auf diese Weise führt eine durch die ritzelartige Verzahnung 17 auf die Planetenrollen 19 übertragene Rotation der Antriebswelle 16 zu einer entsprechenden Axialbewegung des Hohlkörpers 7, während die Planetenrollen 19 gegenüber der Antriebswelle 16 durch den Käfig 20 axial fixiert sind. Der Käfig 20 kann zweckmäßigerweise mit Wälzlagern 22 zum Gehäuse 9 abgelagert werden.

Die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Marknagels ist derart, daß der über die Induktionsspule 5 von außerhalb des Körpers des Patienten mit Energie versorgte Elektromotor 14 über das Getriebe 15 die Antriebswelle 16 in Rotation versetzt, die ihrerseits über die Ritzelverzahnung 17 und die Außenverzahnung 18 die Planetenrollen 19 in Rotation versetzt. Durch die Rotation der axial gegenüber der Antriebswelle 16 fixierten Planetenrollen 19 wird der Hohlkörper 7 aufgrund des Eingriffs seiner Rillierung 8 mit der Rillierung 21 der Planetenrollen 19 ausgefahren. Ein an dem Hohlkörper 7 über die Durchgangsöffnung 11 befestigtes Knochenstück wird dabei von einem zweiten Knochenstück, welches über die Durchgangsöffnung 13 mit dem Gehäuse 9 verbunden ist, wegbewegt. Die Bewegung kann dabei aufgrund des hohen Wirkungsgrades der erfindungsgemäßen Antriebseinrichtung sehr langsam und mit sehr hoher Kraft erfolgen. Der hohe Wirkungsgrad ergibt sich dabei vor allem aus der Tatsache, daß zwischen den bewegten Elementen des Marknagels im wesentlichen Rollreibung und keine Gleitreibung auftritt. Zwischen den beiden auseinanderbewegten Knochenstücken bildet sich neue Knochensubstanz, welche die Knochenlücke schließt.

Ein Knochen kann auf diese Weise also verlängert werden. Ebenso ist es möglich, eine vorhandene Lücke in einem Knochen zu überbrücken, indem ein von einem Ende des Knochens abgetrenntes Knochenstück zum anderen Ende der Lücke bewegt wird. In diesem Fall ist es auch möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung so einzusetzen, daß der Hohlkörper 7 zur Bewegung des Knochenstückes nicht aus- sondern eingefahren wird.

Bei den in den Figuren 3 bis 8 und 11 dargestellten Ausführungsbeispielen werden die auf die Planetenrollen 19 wirkenden Axialkräfte nicht vom Käfig 20 aufgenommen. Statt dessen ist innerhalb der Planetenrollen 19 ein Lagerkörper 24 angeordnet, der eine Rillierung 25 aufweist, die in die Rillierung 21 bzw. 27 der Planetenrollen 19 formschlüssig eingreift.

Die in Fig. 3 dargestellte Variante unterscheidet sich von der Variante von Fig. 1 zusätzlich dadurch, daß hier der Hohlkörper 7 am Knochen fixierbar ist, während bei Betätigung der Vorrichtung die Antriebseinheit 4 mit Antriebswelle 16, Planetenrollen 19, Lagerkörper 24 und ein axial belastbarer Stift 23 axial ausfahren, der über ein Axiallager 28 mit dem Lagerkörper 24 verbunden ist. Zwischen den beiden Teilen 2 und 3 des Marknagels 1 vorhandene, in dessen Längsrichtung erstreckte Paßstücke 26 gewährleisten dabei eine drehfeste Fixierung der beiden Teile 2 und 3 gegeneinander. Über die Durchgangsöffnung 13 ist der Stift 23 an einem Knochenstück befestigbar, welches beim Ausfahren verschoben werden soll.

Bei der in Fig. 6 dargestellten Variante durchsetzt die Antriebswelle 16 den Lagerkörper 24. Die Ritzelverzahnung 17 ist auf der der Antriebseinheit 4 abgewandten Seite der Antriebswelle 16 angeordnet. Der die Axialkräfte aufnehmende Lagerkörper 24 ist über Wälzlager 22 zum Gehäuse 9 hin gelagert.

Die in Fig. 7 gezeigte Ausgestaltung unterscheidet sich von den in Fig. 3 und 6 gezeigten Ausgestaltungen dadurch, daß die Planetenrollen 19 zwei unterschiedliche Rillierungen 21 und 27 aufweisen, von denen die Rillierung 21 mit der Rillierung 8 des Hohlkörpers 7 in Eingriff steht, während

die Rillierung 27 in die Rillierung 25 des Lagerkörpers 24 eingreift. Auf diese Weise kann auch die Rillierung 21 der Planetenrollen 19 mit einer Steigung ausgebildet sein, während die Rillierung 27 wie die Rillierung 25 des Lagerkörpers 24 keine Steigung aufweist, um die Planetenrollen 19 gegenüber der Antriebswelle 16 axial zu fixieren.

Die Ausgestaltung gemäß Fig. 8 unterscheidet sich von den Ausgestaltungen gemäß Fig. 3, 6 und 7 dadurch, daß der Lagerkörper 24 gegenüber der Antriebswelle 16 zwar axial fixiert, jedoch frei drehbar gelagert ist. Hierfür sind zwei als Kugelrollenlager ausgebildete Axiallager 28 vorgesehen, von denen jeweils eines an jeder der beiden Stirnseiten des Lagerkörpers 24 vorgesehen ist. Aufgrund dieser Ausgestaltung kann der Wälzkreisdurchmesser der Ritzelverzahnung 17 der Antriebswelle 16 unabhängig vom mittleren Durchmesser der Lagerrillen 25 des Lagerkörpers 24 gewählt werden.

Bei der in Fig. 9 dargestellten Variante ist die Antriebswelle 16 direkt mit dem Käfig 20 der Planetenrollen 19 verbunden, die daher nur mit einer Rillierung 21, jedoch keiner Außenverzahnung versehen sind. Die Planetenrollen werden somit über den Käfig längs ihrer Umlaufbahnen bewegt. Die Axialkräfte werden vom Käfig 20 über die Wälzlager 22 auf das Gehäuse 9 geleitet.

Fig. 11 zeigt eine Ausgestaltung, bei der wie bei der Variante nach Fig. 9 der Käfig 20 der Planetenrollen 19 direkt angetrieben ist. Die Abstützung der Axialkräfte erfolgt über einen Lagerkörper 24, dessen Rillierung 25 formschlüssig in Eingriff mit der Rillierung 21 der Planetenrollen 19 steht.

Der Lagerkörper 24 wird über Axiallager 28 an der Antriebswelle 16 abgestützt, die wiederum über die Wälzlager 22 im Gehäuse 9 gelagert ist.

Die Ritzelverzahnung 17 bzw. der Käfig 20 können in allen Fällen auch über eine Kupplung kardanisch angetrieben werden, so daß zwischen der Antriebswelle 16 und der Achse des Hohlkörpers 7 ein Schwenkwinkel realisiert werden kann.

Patentansprüche

- Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen zweier Teile eines 1. Knochens, insbesondere zur Knochenverlängerung oder zur Überbrückung einer Knochenlücke, mit einem in den Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel (1), welcher zwei axial auseinanderfahrbare, jeweils an einem der beiden Knochenteile befestigbare Teile (2, 3) aufweist, mit einer eine Antriebswelle (16) antreibenden Antriebseinheit (4) und mit einer Vorrichtung zur Umsetzung der Rotationsbewegung der Antriebswelle (16) in eine relative Axialbewegung der beiden Teile (2, 3) des Marknagels (1) zueinander, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (16) Planetenrollen (19) antreibt, die auf Umlaufbahnen gehalten sind, auf denen sie mit auf ihrem Außenumfang vorhandenen Antriebsrillen (21) in korrespondierende Antriebsrillen (8) eines die Planetenrollen (19) umfassenden Hohlkörpers (7) eingreifen, wobei zumindest die Antriebsrillen (8) des Hohlkörpers (7) oder der Planetenrollen (19) als Gewinderillen ausgebildet sind, um den Hohlkörper (7) bei einer Rotation der Antriebswelle (16) relativ zu dieser axial zu verschieben.
- Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (16) zum Antrieb der Planetenrollen (19) mit einer ritzelartigen Außenverzahnung (17) versehen ist, welche in einer an jeder Planetenrolle (19) neben den Antriebsrillen (21) vorhandenen Außenverzahnung (18) kämmt.

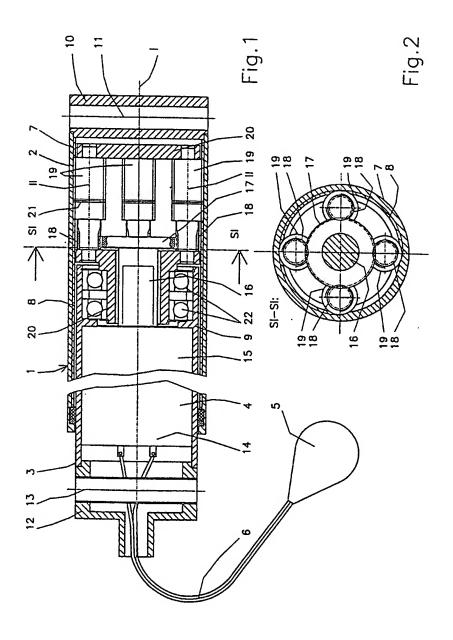
- Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Antriebswelle (16) zum Antrieb der Planetenrollen (19)
 drehfest mit einem in dem Hohlkörper (7) rotierbaren Käfig (20) verbunden ist, in welchem die Planetenrollen (19) gelagert sind.
- Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß der Hohlkörper (7) die Antriebseinheit (4) teleskopartig umgibt und einen Teil (2) des Marknagels bildet.
- Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 4,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Antriebseinheit (4) gegenüber einem Knochen fixierbar und
 der Hohlkörper (7) ausfahrbar ausgebildet ist.
- 6. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (7) an einem Knochen fixierbar und die Antriebseinheit (4) mit den Planetentrollen (19) und einem koaxial zum Hohlkörper (7) gelagerten axial belastbaren Stift (23) ausfahrbar ist.

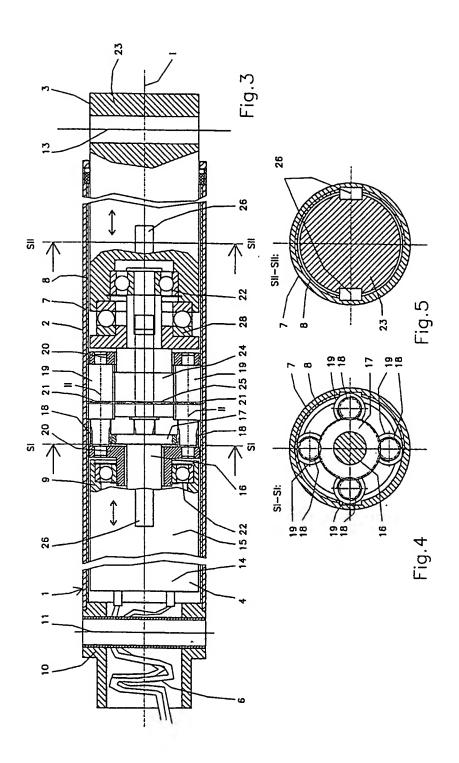
- Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zwischen Antriebseinheit (4) und Hohlkörper (7) ein Kardangelenk vorhanden ist.
- Distraktionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1
 bis 3,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß der Hohlkörper (7) den Kolben einer Hydraulikpumpe antreibt,
 durch welche der Marknagel antreibbar ist.
- 9. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb und die Hydraulikpumpe im Körper des Patienten implantierbar sind.
- Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Antriebseinheit (4) einen Elektromotor (14) umfaßt.
- Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 10,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß der Elektromotor (14) induktiv, insbesondere durch Hochfrequenzeinkopplung, mit Energie versorgbar ist.

- 12. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (14) durch einen implantierbaren Energiespeicher antreibbar ist.
- 13. Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine in den Körper des Patienten implantierbare Kraftund/oder Wegmeßeinrichtung für die Bewegung des Marknagels (1) vorgesehen ist.
- 14. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßeinrichtung mit einem Dehnungsmeßstreifen arbeitet.
- 15. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wegmeßeinrichtung potentiometrisch arbeitet.
- 16. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Wegmeßeinrichtung ein an den Motor adaptierter Encoder dient.

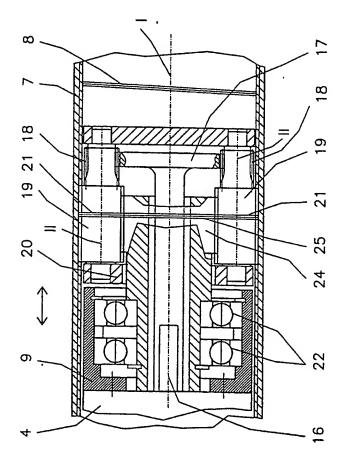
- 17. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Anzahl der Umdrehungen der Antriebswelle (16) registrierender Hallsensor vorgesehen ist.
- Distraktionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Telemetrieanlage zur berührungslosen Übertragung der Meßsignale aus dem Körper des Patienten vorgesehen ist.
- 19. Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenrollen (19) im Bereich ihrer Antriebsrillen (21) keinen direkten form- und/oder kraftschlüssigen Kontakt gegenüber der Antriebswelle (16) besitzen.
- 20. Distraktionsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenrollen (19) in einem rotierbaren Käfig (20) gelagert sind, welcher an dem Gehäuse (9) der Antriebswelle (16) axial fixiert wälzgelagert ist.
- 21. Distraktionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß in den Planetenrollen (19) zusätzliche Lagerrillen (27) vorgesehen sind, mit denen die Planetenrollen (19) in entsprechend axial unbeweglichen Gegenlagerrillen (25) axial fixiert sind.

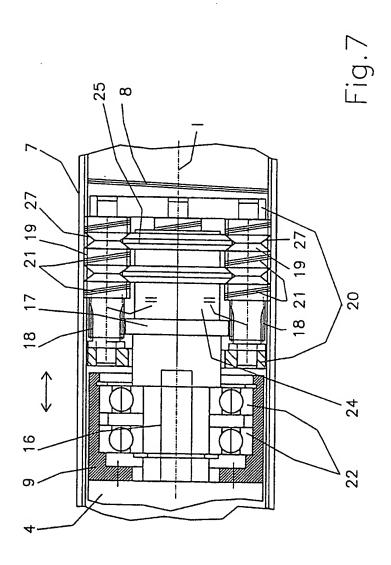
- 22. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerrillen (27) der Planetenrollen (19) in axial unverschiebbare Gegenlagerrillen (25) eines in der Achse (I) der Antriebswelle (16) rotierenden Lagerkörpers (24) eingreifen.
- 23. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerkörper (24) fest mit der Antriebswelle (16) verbunden ist und daß die Lagerrillen (27, 25) der Planetenrollen (19) und des Lagerkörpers (24) jeweils steigungslos sind.
- 24. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte des mittleren Durchmessers der Lagerrillen (25) des Lagerkörpers (24) und des Wälzkreisdurchmessers der Verzahnung zwischen dem Antriebsritzel (17) und den Planetenrollen (19) übereinstimmen.
- 25. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerkörper (24) axial fixiert, aber drehbar an der Antriebswelle (16) gelagert ist.

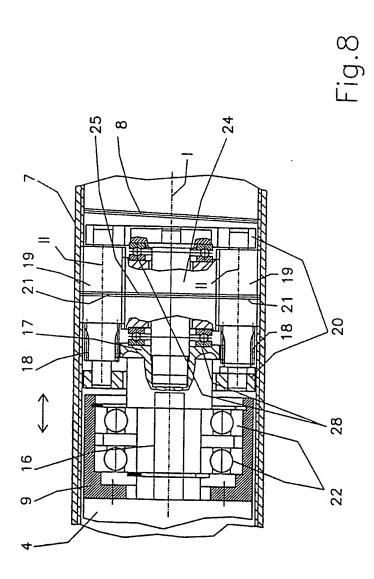


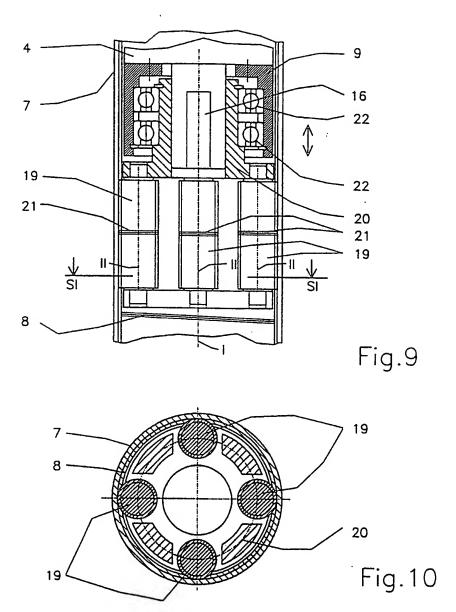




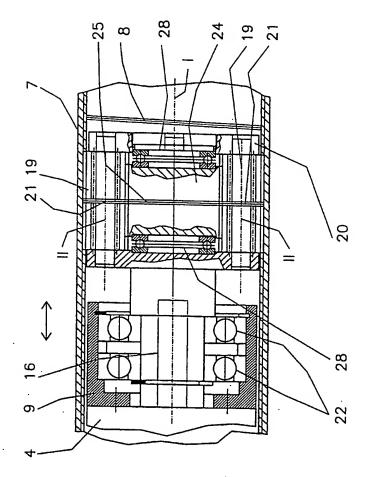












INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int Itonal Application No PCT/EP 98/00060

			101/21 30	7 00000
IPC 6	FICATION OF SUBJECT MATTER A61B17/72			•
According to	o International Patent Classification (IPC) or to both national classifica	ation and IPC		
	SEARCHED			
IPC 6	ocumentation searched (classification system followed by classification A61B			
	tion searched other than minimum documentation to the extent that st			rched
		se and, where practical,	search terms used)	
	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the rele	evant passages		Relevant to claim No.
A	DE 39 21 972 A (BAUMGART RAINER (AUGUSTIN DR (DE)) 17 January 1990 cited in the application see column 3, line 14 - column 4 figures 1,2	1		1
А	DE 196 24 295 A (KLINGE ERWIN LUI January 1997 see column 3, line 34 - line 60;	figure 1		1
A	US 5 415 660 A (BECHTOLD JOAN E May 1995 see column 7, line 66 - column 8 figure 1			1
Furti	ner documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family m	nembers are listed in	annex.
"A" docume consid "E" earlier of filing d "L" docume which citation "O" docume other of the relater th Date of the c	nt which may throw doubts an priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another in or other special reason (as specified) and referring to an oral disclosure, use, exhibition or neans and published prior to the international filling date but can the priority date claimed actual completion of the international search 7 April 1998	"T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but oited to understand the principle or theory underlying the invention "X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family Date of mailing of the international search report 13,05.98		
Name and n	nailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hansen,	S	

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int Ilonal Application No PCT/EP 98/00060

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3921972 A	17-01-91	CA 2035438 A DE 59010524 D W0 9100065 A EP 0432253 A ES 2093029 T JP 4500623 T US 5263955 A	05-01-91 07-11-96 10-01-91 19-06-91 16-12-96 06-02-92 23-11-93
DE 19624295 A	02-01-97	GB 2302284 A	15-01-97
US 5415660 A	16-05-95	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int tionales Aktenzeichen PCT/EP 98/00060

und der IPK
und der IPK
unter die recherchierten Gebiete fallen
Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
etracht kommenden Telle Betr. Anspruch Nr.
ETZ 1
1
L) 1 Zeile
Siehe Anhang Patentfamilie
re Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der eldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der dung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden rie angegeben ist entlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf derischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden entlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung entlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung entlich und erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet en, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen fentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist entlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist ndedatum des internationalen Recherchenberichts 13,05,98
Imachtigter Bediensteter . Hansen, S

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int ilonales Aktenzeichen
PCT/EP 98/00060

lm Recherchenbericht ungeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3921972 A	17-01-91	CA 2035438 A DE 59010524 D WO 9100065 A EP 0432253 A ES 2093029 T JP 4500623 T US 5263955 A	05-01-91 07-11-96 10-01-91 19-06-91 16-12-96 06-02-92 23-11-93
DE 19624295 A	02-01-97	GB 2302284 A	15-01-97
US 5415660 A	16-05-95	KEINE	